

Águas Subterrâneas: a importância de um recurso escondido¹

António Chambel

Instituto Ciências da Terra

Universidade de Évora, Departamento de Geociências

Presidente da Associação Internacional de Hidrogeólogos (IAH)

Comissão Técnica dos Hidrogeólogos Sem Fronteiras (HWB)

Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal, achambel

1. Introdução

A água é uma só, a mesmíssima água que percorre o corpo humano e de todos os outros seres vivos é a mesma que depois pode estar no solo, na atmosfera, nos rios, lagos, mares, oceanos, ou, mais escondida, no interior do Globo Terrestre, seja na parte superior da crosta, entre os poros e fraturas das rochas, seja por todo o interior do Globo, muitas vezes fazendo parte de magmas líquidos percursos das rochas ou mesmo integrando os próprios minerais das rochas.

Dentro do que se consideram as “águas doces” utilizáveis porá fins humanos, a água subterrânea corresponderá a uma percentagem entre os 97 e os 98% de toda a água doce líquida disponível no Planeta, ou seja, excluindo as massas polares e os glaciares, mas incluindo todos os grandes lagos e rios de água doce do Planeta.

A interligação permanente entre a água no seu todo dentro do designado “Ciclo Hidrológico” faz com que a gota de água que hoje pode ser considerada subterrânea amanhã esteja a correr num rio, desague posteriormente no oceano, nos dias seguintes esteja na atmosfera, precipite dois dias depois sobre um continente, integre um ser vivo dias depois, e que, por transpiração ou morte desse ser, por exemplo, volte de novo à atmosfera ou ao solo para seguir qualquer outro ritmo do seu ciclo. No entanto, por se encontrar no subsolo, a água subterrânea é um recurso quase considerado como “invisível”, pela grande dificuldade que os “não especialistas” têm em avaliá-la e prever o seu comportamento.

De particular importância para todos os seres vivos é a interação entre as designadas águas subterrâneas e águas superficiais (a mesma água, mas duas formas de olhar para a mesma) e um extraordinário mecanismo de purificação da água que leva a que a água evaporada do maior tipo de reservatório do Mundo, os seus oceanos, se transforme de salgada em doce pelo processo de evaporação. Este processo leva a que, sobre os continentes, os seres vivos sejam muito mais diversificados, e muitos seguramente não existiriam se este processo de “dessalinização natural” não ocorresse.

O presente documento procurará analisar um pouco os problemas mundiais em torno da água, concentrando-se particularmente nas águas subterrâneas, na sua interação com as águas superficiais, e nos serviços da água, quer para fins humanos (consumo, indústria, agricultura), quer nos serviços prestados ao ambiente, apontando casos de desastres ambientais do passado ou que ainda estão a suceder devido a intervenções humanas desajustadas à realidade ambiental e algumas opções de gestão futura que poderão obviar algumas destas consequências.

2. Alguns casos de intervenção humana que resultaram em desastres ambientais de carácter hídrico

Existem no Mundo uma série de situações que configuram alterações nos regimes hídricos de lagos, rios e nos níveis de águas subterrâneas que mostram que as consequências ambientais dessas alterações podem ser, na sua dimensão total, extremamente danosas, quer para a vida das

¹ Texto retirado do documento “Água Subterrânea, Ambiente e Sociedade”, publicado no livro “Atas XX Jornadas sobre Ambiente e Desenvolvimento – Ambiente e Saúde”, Coord.: Oliveira, M. & Santos, O., pág. 39-56, 2016, com pequenas adaptações.

comunidades que dependem desses recursos, quer para os ecossistemas dependentes dos mesmos, incluindo aqui plantas e animais, ou seja, ecossistemas que, por vezes, são únicos ou raros a nível mundial. Outra das afetações dos recursos hídricos pode ser a contaminação, com consequências igualmente nefastas para todos os seres vivos e ecossistemas, incluindo o Homem.

2.1. Lago Aral

Como um dos exemplos, pode ser dado o Lago Aral, que era designado por Mar de Aral, tal a sua dimensão no continente Asiático. O Mar de Aral era, até 1960, o quarto maior lago do mundo, cobrindo uma área de 66.000 km², com um volume estimado de mais de 1.000 km³ de água². Neste caso, mesmo cientistas no início do Século XX chegaram a indicar tratar-se de um erro da natureza (NG 2015), uma vez que se tratava de um lago de água salgada no interior de um continente, pelo que a decisão de represar as águas dos dois principais rios que o abasteciam em água doce, a fim de criar grandes zonas de regadio na área envolvente, foi considerada realizável e com poucas consequências para as áreas envolventes. Situado atualmente entre o Cazaquistão e o Uzbequistão, no início da década de 60 do Século XX já a maior parte das suas águas haviam sido desviadas. A quantidade de água retirada dos rios que abasteciam o Lago Aral duplicou entre 1960 e 2000, principalmente para produção de algodão. Como consequência da redução do volume de água, a salinidade do lago quase quintuplicou e matou a maior parte de sua fauna e flora naturais. A próspera indústria pesqueira faliu, assim como as cidades ao longo das margens³. Entre 1960 e 2010 a superfície do lago reduziu-se em 90% (ver Figura 1). A previsão de que, ao secar o lago, se obteria uma crosta salgada estável e duradoura (NG 2015) não se concretizou, sendo atualmente uma zona pulverulenta e instável, que se desloca pelo ar aquando da existência de ventos, provocando a salinização das terras em redor, arrastando consigo uma quantidade de produtos químicos tóxicos anteriormente utilizados na agricultura, posteriormente depositados nas águas do lago, e agora integrados na crosta salina, o que, ao mesmo tempo, provoca elevadíssimas incidências de doenças, como certos tipos de cancro provocados pela inalação de produtos tóxicos.

2.2. Lago Chade

Outro exemplo é o Lago Chade, um corpo de água transfronteiriço repartido entre o Chade, o Níger, a Nigéria e os Camarões. Entre 1963 e 2001 o lago reduziu a sua área para um vigésimo da extensão territorial original (ScA 2001). A evolução deste lago entre 1963 e 2007 pode ser observada na Figura 2. As alterações no lago contribuíram para a falta de água na região, falta de produtividade das culturas agrícolas, morte de gado, colapso da pesca, aumento de salinidade do solo e aumento generalizado da pobreza na região⁴. Cerca de 50% do decréscimo da dimensão do lago desde 1960 foi devida ao uso humano da água, com o restante a ser atribuído às alterações dos padrões climáticos.

Plantas invasivas cobrem atualmente cerca de 50% da área atual do Lago Chade.

A investigação dos últimos 40 anos indica que os principais fatores da sua redução foram, por um lado, o excesso de pastoreio na região (Coe e Foley 2001), o qual resultou numa perda de vegetação e forte desflorestação, o que contribuiu para um clima mais seco, e, por outro lado, um grande e insustentável projeto de rega planeado entre os quatro países (Níger, Nigéria, Camarões e Chade), o qual levou à extração de água quer do próprio lago, quer dos rios Chari e Logone.

Tanto no caso do Lago Aral, como no do Lago Chade, depois de esgotada a utilização das águas superficiais, os agricultores investiram em captações de água subterrânea, o que, rebaixando os níveis dos aquíferos locais, extrema ainda mais a exaustão dos recursos hídricos nas áreas afetadas, pois favorece as perdas de água por infiltração a partir não só dos rios e albufeiras das barragens, como também a partir dos lagos.

² <http://www.infoescola.com/hidrografia/mar-de-aral/>

³ https://pt.wikipedia.org/wiki/Mar_de_Aral

⁴ <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article116.html>

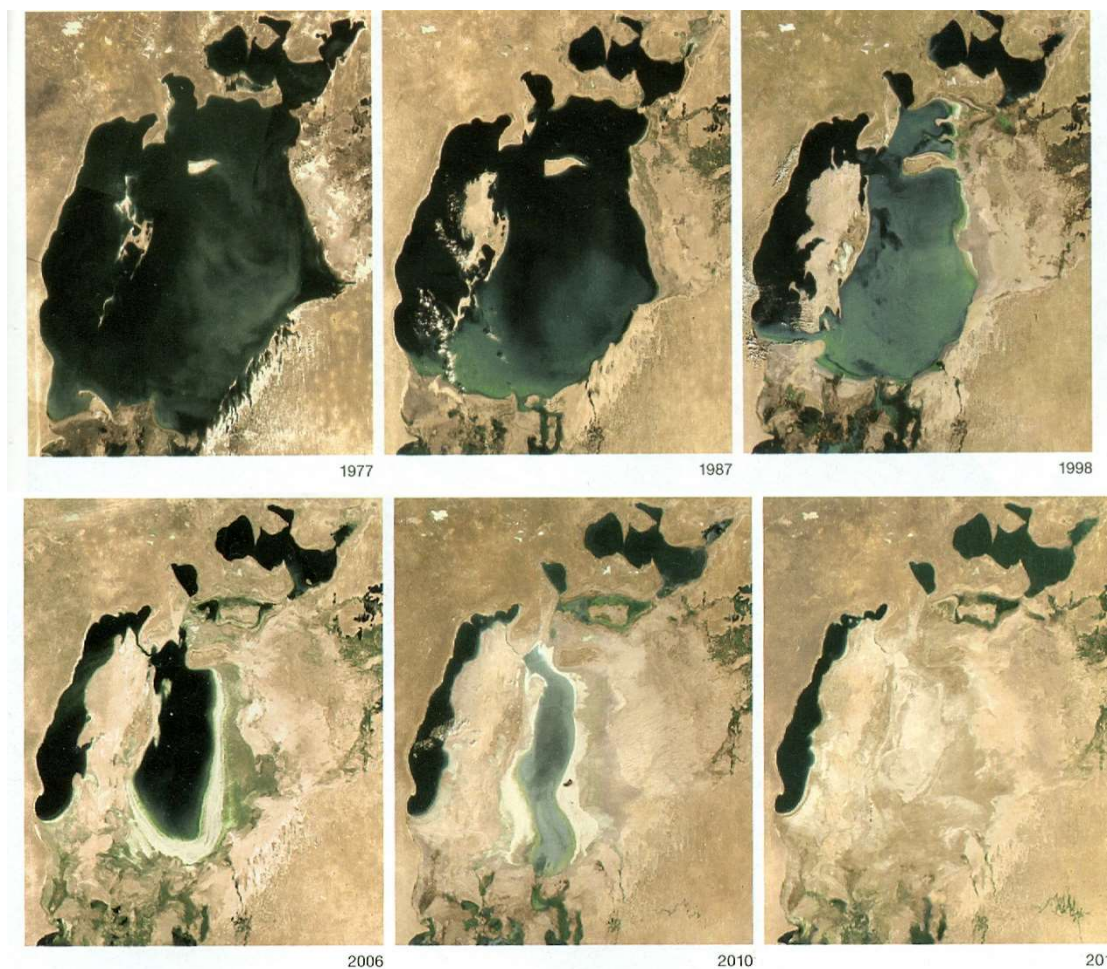


Figura 1. Lago (ou Mar) de Aral. Evolução entre 1977 e 2014 (NG 2015).

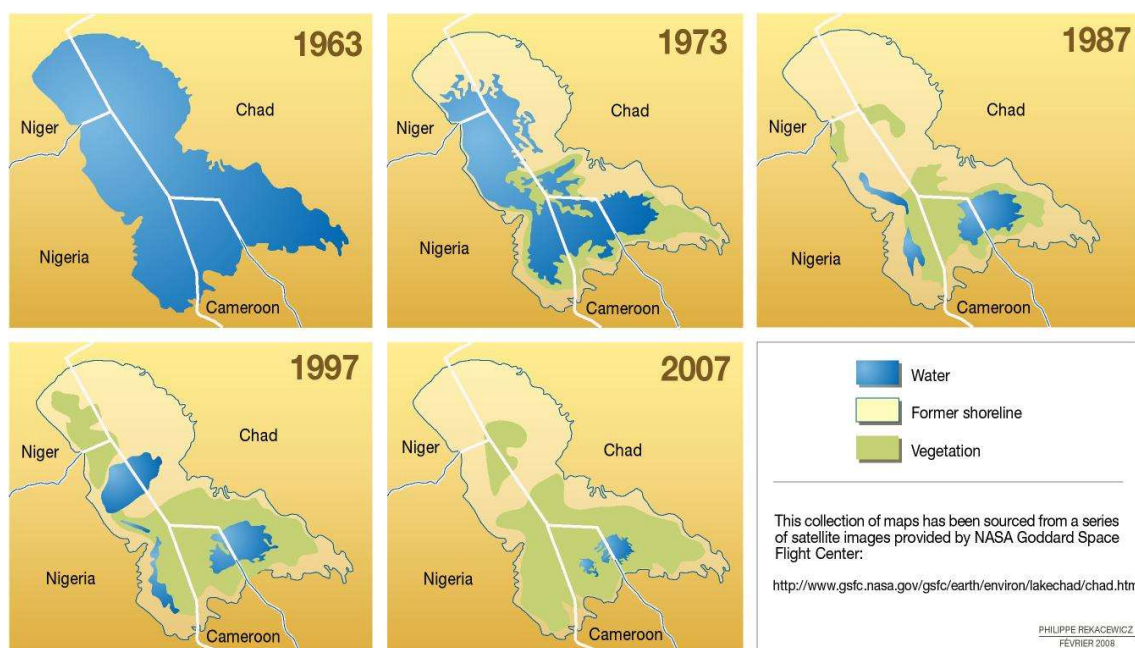


Figura 2. Evolução do Lago Chade entre 1963 e 2007, baseado em imagens de satélite da NASA. Obtido do site <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article116.html>.

2.3. Bacia de Murray-Darling, SE da Austrália

A Bacia de Murray-Darling, no SE da Austrália (Figura 3), é um dos mais estudados fenômenos de sobreexploração de águas superficiais e águas subterrâneas, numa conjunção que levou a um desastre ambiental de consequências inicialmente imprevisíveis. Em terrenos que comprovadamente não suportam agricultura de forma natural, por deficiência de precipitação em função da temperatura, foram represados os vários rios que constituíam as linhas de escoamento desta bacia, a fim de transformar a mesma numa região de produção agrícola. Com a sucessiva extração de água dos rios e lagos, e com o contínuo aumento da necessidade de rega, iniciou-se a construção de captações subterrâneas, o que veio submeter também os aquíferos a condições de intensa sobreexploração, com rebaixamento dos níveis freáticos ao longo de anos. Quando isto sucede numa bacia hidrográfica, a conjunção de sobreexploração das águas em ambos os meios, nos pontos de ligação entre os aquíferos mais superficiais e os rios e lagos, leva a que alguma água dos rios, albufeiras e lagos escoem para os aquíferos, onde são por sua vez extraídas e utilizadas. Apesar de algum retorno do excesso da água de rega aos aquíferos nalguns pontos onde se use um pouco de água a mais para rega, o que se passa é que, nestas condições, o retorno dos valores de rega juntamente com a precipitação já nunca suprem os valores anuais de extração, pelo que o desequilíbrio se torna irreversível caso não sejam estabelecidas regras de utilização muito restritas e medidas de recuperação dos sistemas aquíferos.

No caso da Bacia de Murray-Darling, o resultado foi uma alteração completa no ritmo de circulação de água nos rios, lagos e aquíferos, levando à entrada de água marinha no estuário e para montante no rio, salinizando áreas antes de salinidade moderada e onde as espécies piscícolas tinham condições de reprodução. Ao mesmo tempo, alterou-se a flora e fauna dessas zonas do rio de forma muito repentina, levando uma completa revolução no ecossistema estuarino.

Para além da quantidade, em toda a bacia as ameaças à qualidade da água incluem⁵ picos de algas azuis e verdes, que podem gerar toxinas, as quais podem representar forte risco para os seres humanos e gado, aumento da salinidade, com alta concentração de sais, prejudicando desde a agricultura, à água de utilização humana e aos ecossistemas dependentes das mesmas. Os altos níveis de nutrientes, como por exemplo o fósforo e azoto arrastados a partir das atividades agrícolas, água de tempestades e erosão, levam à estimulação do crescimento de algas. Há ainda um aumento da turbidez da água, a qual reduz a penetração da luz, afetando plantas e animais aquáticos. A temperatura estratificada da água nas albufeiras das barragens e depois libertada para os rios afeta as comunidades ecológicas dos rios, assim como o aumento da temperatura em zonas de fluxo reduzido nos rios e lagos aumenta o risco de *booms* de algas. Também níveis baixos de oxigénio dissolvido podem ocorrer quando planícies de inundação são inundadas, arrastando matéria orgânica para os rios. Os taninos e outros compostos libertados durante a decomposição deste material orgânico provocam uma aparência acastanhada à água, a qual pode por vezes ser muito deficiente em oxigénio dissolvido, o que pode ser muito prejudicial para os organismos aquáticos, sejam plantas ou animais.

⁵ <http://www.mdba.gov.au/about-basin/basin-environment/challenges-issues>



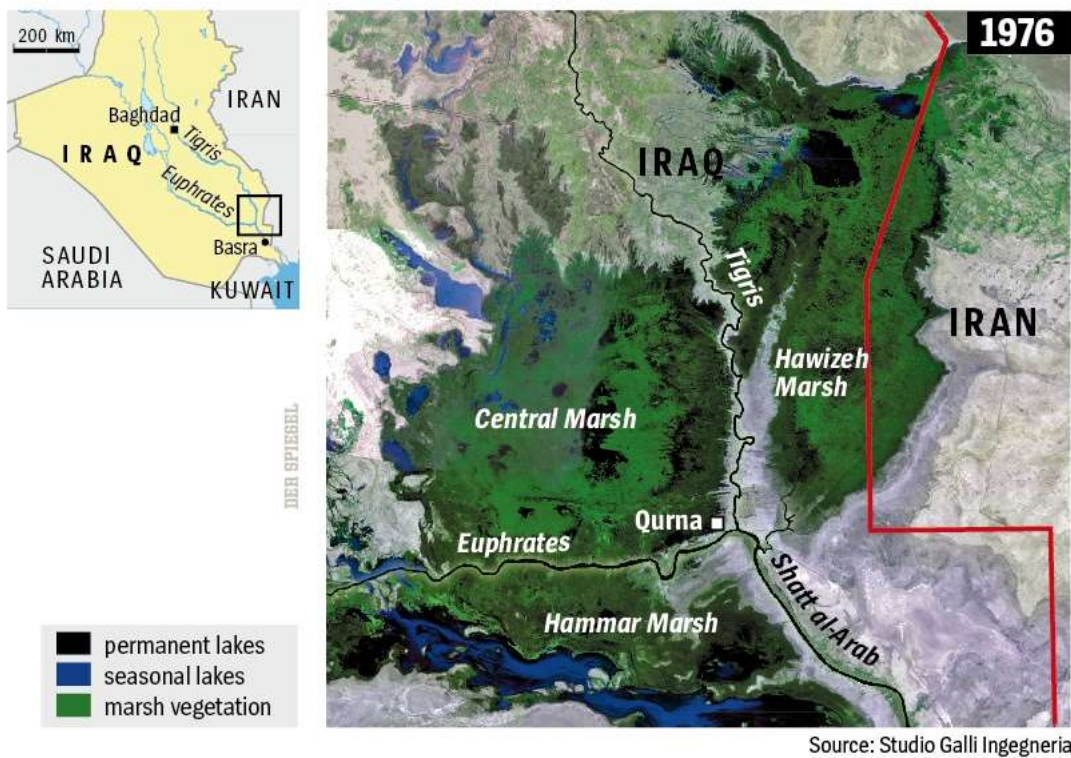
Figura 3. Localização da Bacia de Murray-Darling, no SE da Austrália: Imagem: <http://www.convictcreations.com/animals/climatechange.html>

2.4. Médio Oriente

No Iraque, a região de Shatt al-Arab foi drenada com vários objetivos, alguns dos quais políticos, levando a que, entre 1976 e 2002 (Figura 4) seja perfeitamente visível a diferença em fotos de satélite. Para além do represamento dos rios que abasteciam de água esta região, foram também executadas captações subterrâneas que levaram ao rebaixamento dos níveis dos aquíferos superiores em metros a dezenas de metros, originando a alteração do regime hídrico de toda uma região húmida para uma região característica de um deserto (Figura 5). Nessa mesma figura observa-se também a alteração drástica que a paisagem sofreu nesses anos, bem como as alterações que as populações que desenvolviam as suas atividades nesta área húmida (imagens superiores), em confronto com o atual estado (nas imagens inferiores) também sofreram, a maioria tendo mesmo de abandonar a sua antiga vida.

Na Jordânia são também visíveis sinais de uma gestão inadequada da água, com aquíferos fósseis, ou seja, aquíferos que, por se encontrarem num deserto, não têm praticamente recarga na atualidade, pelo que a água que atualmente se explora se infiltrou há milhares de anos e não pode ser reposta na atualidade. Esta situação pode ser designada, a nível do tempo “humano”, como mineração de água, pois trata-se, na atualidade, de um recurso não renovável à escala humana. Milhares de hectares são regados na Jordânia com base em água subterrânea, com plantações de olival (Figura 6), milho e outras culturas com grandes necessidades de água numa zona com uma enorme deficiência de precipitação.

The marshes of southern Iraq, before being drained



The marshes of southern Iraq, after being drained

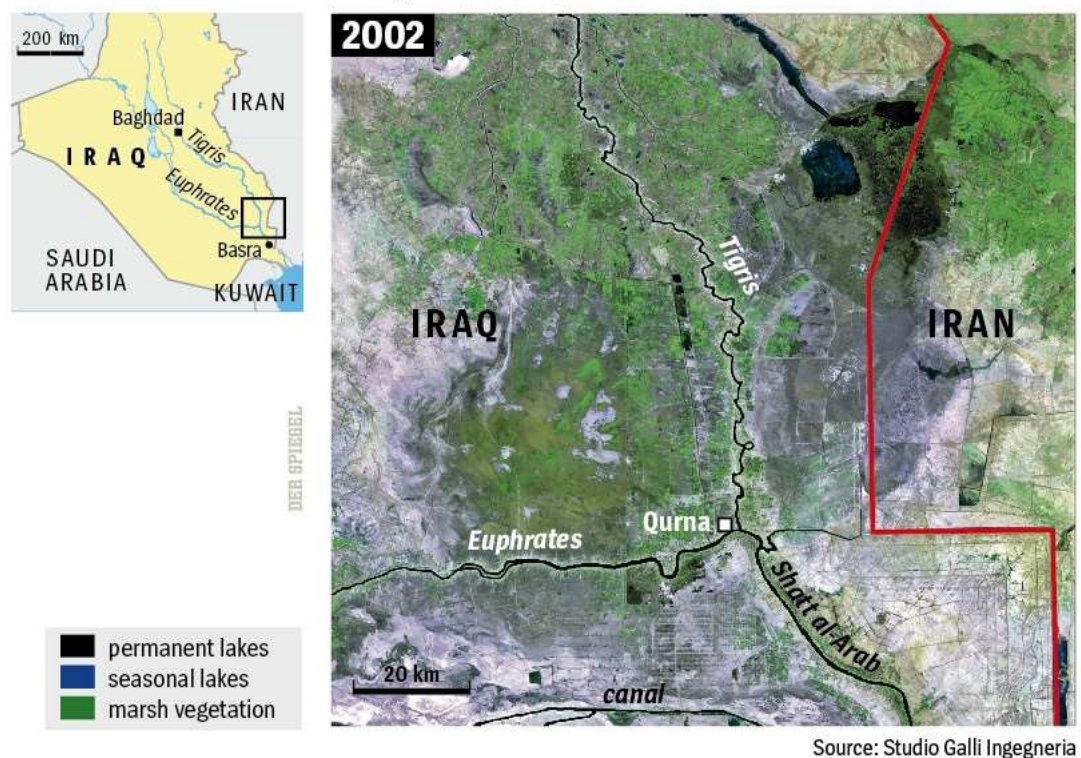


Figura 4. Região de Shatt al-Arab, entre o Iraque e o Irão, imagens de satélite de 1976 e de 2002. Imagens: <http://landscapeandurbanism.blogspot.pt/2010/08/restoring-garden-of-edén.html>



foto de Chasb al-Marsum, http://iraqlogger.powweb.com/index.php/post/3766/Iraqs_Marshes_A_Stalled_Recovery



<http://www.spiegel.de/international/world/iraq-s-garden-of-edden-restoring-the-paradise-that-saddam-destroyed-a-709180.html>



<http://www.bbc.co.uk/programmes/b00xxf9f>



<http://www.floatinginthecity.com/floatinginthecity/2009/10/iraqs-canals-and-waterways-renovation-is-crutial-part-of-us-strategy.html>

Figura 5. Imagens do Shatt al-Arab (Irã), antes (figuras superiores) e depois (figuras inferiores) da drenagem das áreas pantanosas, onde milhares de pessoas de várias tribos viviam do que estas áreas produziam. Origem das imagens sob as mesmas.



Figura 6. Deserto de Wadi Rum, Jordânia. Num local desértico, a água subterrânea tem sido extensivamente usada em agricultura de regadio, como em olivais (imagem da direita), milho, etc.. Fotos A. Chambel, 2010.

2.5. México

O México é talvez o país do Mundo com maiores problemas de exploração e águas subterrâneas ligadas quer a problemas de subsidência, quer a problemas de salinização em zonas costeiras. Utilizadas fundamentalmente para a agricultura nos vales intramontanhosos, elevações estas na sua maioria de origem vulcânica, são também nestes vales, principalmente na zona central do México, que se encontram algumas das mais importantes cidades mexicanas. Cidades como a Cidade do México, Toluca ou Querétaro sofrem de rebaixamento dos níveis freáticos nas formações aluvionares dos vales onde se enquadram, o que provoca forte subsidência nos terrenos sob as cidades. Por subsidência entende-se um fenómeno de rebaixamento de nível do solo provocado principalmente pela drenagem de água subterrânea de camadas argilosas intercaladas nos aquíferos, o que leva à redução da sua espessura sob o peso dos sedimentos suprajacentes e das construções urbanas sobre o solo.

São conhecidos os problemas de abatimento na área da Catedral da Cidade do México, com inclinação das estruturas, fraturação de edifícios, etc., mas no geral muitas partes mais sensíveis desta cidade são afetadas por este fenómeno, o que leva a uma grande dificuldade de manutenção das redes de abastecimento de água e de águas residuais, para além de todas as outras estruturas enterradas, devido aos permanentes movimentos no subsolo. Na Cidade do México são visíveis até nas estradas as ondulações do terreno provocadas por esses movimentos do subsolo induzidos por extrações de água subterrânea e encontram-se edifícios fraturados e/ou inclinados.

Os rebaixamentos dos níveis freáticos sob algumas zonas destas cidades já se situam na ordem das dezenas de metros, com rebaixamento da superfície do solo podendo atingir, nas zonas mais afetadas, próximo dos 10 m desde a construção da cidade moderna do México, no Século XVI.

Só como exemplo, na Califórnia ou em Las Vegas, como em muitas outras cidades e áreas do Mundo, observam-se fenómenos idênticos. No caso da Califórnia, é sobejamente conhecido o fenómeno que ocorre no Vale de São Joaquim, onde extrações de água levaram a rebaixamentos dos níveis de água subterrânea de muitas dezenas de metros, com o subsequente rebaixamento dos terrenos da ordem dos mais de 10 m.

Portugal não apresenta ainda problemas de sobreexploração considerados importantes, embora alguns (poucos) aquíferos corram já algum risco. O problema maior em Portugal no momento está relacionado com a qualidade da água, principalmente por contaminação de nitratos de origem agrícola (poluição difusa).

3. Água e saúde

Águas de abastecimento, águas sanitárias e higiene têm impactes importantes tanto na saúde como na doença. A Organização Mundial da Saúde (OMS) define como doenças associadas à água⁶:

- As ligadas aos microrganismos e químicos presentes na água que as pessoas bebem (cólera em África, mercúrio na Colômbia, Brasil e outros países Sul-Americanos, arsénio no Bangladesh, por exemplo);
- Doenças ligadas a organismos que têm parte do seu ciclo de vida na água;
- Doenças como a malária, com vetores associados à água;
- Afogamento e alguns outros tipos de riscos (confrontos com animais, por exemplo);
- Outras como a *legionella*, transportada por aerossóis contendo certos microrganismos.

Água de abastecimento inadequada, falta de condições sanitárias e hábitos de higiene são a causa estimada para 842.000 mortes por ano relacionadas com a diarreia (WHO 2014), e contribuem substancialmente para outras das doenças atrás citadas.

Os problemas de qualidade da água iniciam-se muitas vezes em locais insuspeitos. Por exemplo no Tibete, com uma população próxima dos 3 milhões de habitantes num território com uma dimensão de 1.228.400 km² (densidade de 2,4 hab/km²), as águas dos rios que alimentam os

⁶ http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/en/

principais cursos de água do norte da Índia, Paquistão ou Bangladesh, e que se considerariam, em princípio, protegidos pela baixa densidade populacional, estão eles próprios já contaminados, principalmente por águas residuais não tratadas, problema que se agrava enormemente nos países a jusante.

Em Moçambique, Angola ou Índia é possível ver situações como as referidas nas Figura 7, Figura 8 e Figura 9, onde captações de água convivem com desperdícios humanos e com a presença de animais, de uma forma que torna praticamente impossível proteger as respetivas captações e aquíferos.

Outro tipo de contaminação das águas subterrâneas pode vir da própria água de precipitação, através das chuvas ácidas, que podem chegar a pH da ordem dos 3, afetando quimicamente os seres vivos sobre o terreno e acidificando progressivamente as águas subterrâneas dos aquíferos subjacentes.

Também os derrames de petróleo e outros químicos provocam por vezes grandes problemas de contaminação nos aquíferos, problemas normalmente pontuais (uma refinaria, por exemplo) ou lineares (oleodutos), mas que se podem estender por quilómetros depois de entrar nas águas subterrâneas.

A contaminação mais generalizada no Mundo está relacionada com produtos de uso ou de origem agrícola ou agropecuária, com contaminação por fertilizantes, pesticidas e fármacos usados em animais. Em Portugal, a situação mais preocupante regista-se a nível da contaminação com nitratos de origem agrícola ou agropecuária (grande concentração de animais em extensões territoriais relativamente pequenas, onde a distribuição de gado por hectare ultrapassa os valores aconselhados).

4. Gestão de sistemas baseados em águas subterrâneas

Mais de 97-98% de toda a água doce no estado líquido na Terra encontra-se nos aquíferos. Estes abastecem metade de toda a água de consumo e mais de 40% de todas as áreas regadas do Globo. A água subterrânea é um tampão crucial em áreas com *stress* de água, pois é muito mais resiliente do que as águas superficiais, quer do ponto de vista da quantidade, quer da qualidade.

A extração total de água subterrânea no Mundo, estimada em 2010, é de aproximadamente 1.000 km³ por ano (IGRAC 2010; Margat & Gun 2013):

- 67% para rega
- 22% para uso doméstico
- 11% para usos industriais

A sustentabilidade da gestão de sistemas de uso diverso baseados (ou parcialmente baseados) em água subterrânea tem de ter em conta:

- Fatores externos (uso da água):
 - Que uso terá a água
 - As necessidades de água
 - O período de uso
 - Necessidades de ponta
 - Qualidade da água
- Fatores internos do aquífero:
 - O tipo de aquífero (rocha, meteorização, fraturação, etc.)
 - A capacidade produtiva do aquífero
 - A qualidade da água
 - A capacidade de recarga do aquífero
- Outros fatores geológicos e hidrológicos:
 - Pluviometria

- Qualidade da água de infiltração
- Ligação com outras fontes de recarga
- Ligação com outros aquíferos



Figura 7. Captação por poço em Moçambique, província de Tete, com condições de salubridade muito negativas, incluindo animais nas proximidades do poço. Fotos A. Chambel, 2013.



Figura 8. Captação por furo em Luanda, Angola, junto a grandes lixeiras a céu aberto e com muito lixo nas imediações da própria captação. Fotos A. Chambel, 2009.



Figura 9. Captação por furo na Índia, e condições sanitárias nas proximidades, com búfalos de água dentro de água do próprio aquífero superficial. Fotos A. Chambel, 2009.

- Outros fatores antropogénicos:
 - Contaminação
 - Sobreexploração
 - Recarga artificial

As atuais ameaças à água subterrânea são:

- O decréscimo no armazenamento
- A deterioração da qualidade devido ao aumento da exploração e às atividades humanas
- A falta de informação
- A governança inapropriada dos sistemas

O estado da água subterrânea está claramente ligado à sua governança. Uma das grandes prioridades da UNESCO neste momento é a questão ligada aos aquíferos transfronteiriços. A legislação internacional sobre os mesmos encontra-se em preparação e é fundamental para que a gestão dos aquíferos internacionalmente compartilhados possa ser feita sem prejuízo para as partes interessadas.

5. Uma visão global partilhada para a governança da água subterrânea 2030

Em 2013, entre o GEF-FAO-UNESCO-IAH e o Banco Mundial foi preparado um projeto com vista a obter uma Visão para o Mundo em 2030, no qual cada país tomou as ações apropriadas e efetivas para gerir a sua água subterrânea, de modo a atingir as metas globais do desenvolvimento social e económico e evitar a degradação irreversível dos recursos de água subterrânea e dos sistemas aquíferos⁷.

Os objetivos a atingir em 2030 foram definidos de modo a que:

- Haja um quadro regulatório e institucional legal apropriado e implementado para a água subterrânea que estabeleça a tutela pública e a responsabilidade coletiva, o envolvimento permanente das partes interessadas e a integração benéfica com outros setores, incluindo outros usos do espaço sub-superficial e dos seus recursos
- Todos os aquíferos principais sejam adequadamente geridos, com a informação resultante e o conhecimento partilhado, com o uso de técnicas de comunicação atualizadas
- Existam planos de gestão preparados e implementados para os aquíferos prioritários
- Agências locais, regionais, nacionais e internacionais de gestão de águas subterrâneas sejam adequadamente financiadas e as suas principais tarefas de capacitação, recursos e monitorização da qualidade e promoção da gestão da procura, juntamente com medidas do lado da oferta, estejam garantidos
- Existam programas de investimento e de incentivo para a sustentabilidade, uso eficiente da água e para a proteção adequada dos sistemas aquíferos

No papel de liderança que é assumido pela UNESCO na área dos aquíferos transfronteiriços, a iniciativa global ISARM (Gestão dos Recursos Aquíferos Internacionais Compartilhados) foi criada em 2002 e corresponde a um esforço envolvendo agências diversificadas cujo objetivo é a melhoria do entendimento dos aspetos científicos, socioeconómicos, legais, institucionais e ambientais relacionados com a gestão de aquíferos transfronteiriços. O portal ISARM é desenvolvido e mantido pelo IGRAC (Centro de Avaliação dos Recursos Hídricos Subterrâneos Internacionais).

O Programa de Avaliação das Águas Transfronteiriças (TWAP) foi um projeto de dois anos (2009-2010) criado pelo GEF (Fundo Global para o Meio Ambiente) e teve como objetivo a realização da primeira avaliação de base global dos sistemas hídricos transfronteiriços. A avaliação foi realizada em cinco componentes, nomeadamente (i) Aquíferos Transfronteiriços e Sistemas Aquíferos de Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS) (ii) Bacias

⁷ <http://www.groundwatergovernance.org/>

Hidrográficas Transfronteiriças, (iii) Bacias Lagunares Transfronteiriças, (iv) Grandes Ecossistemas Marinhos e (v) Oceanos Abertos. Dentro do ponto (i) o TWAP foi responsável pelo programa de avaliação global de 166 aquíferos transfronteiriços e de 43 SIDS.

O projeto GGRETA (Governança dos Recursos Hídricos Subterrâneos em Aquíferos Transfronteiriços, 2013-2015) foi financiado pela Agência Suíça para o Desenvolvimento e Cooperação (SDC) e executado pelo Programa Hidrológico Internacional da UNESCO (UNESCO-IHP) em cooperação com União para a Conservação da Natureza (IUCN) e o IGRAC. É uma componente integral resultante do programa TWAP do ISARM e responde à necessidade premente de incremento do conhecimento nas características físicas e socioeconômicas dos aquíferos transfronteiriços. É responsável pelo aprofundamento de estudos na área dos aquíferos transfronteiriços e pelo desenvolvimento de informação espacial diferenciada, nomeadamente mapas.

O Mapa Global da Vulnerabilidade dos Aquíferos a Cheias e Secas foi apresentado no Fórum Mundial da Água (WWF), na Coreia do Sul, em 2015, e nele se fez um historial dos instrumentos de gestão (mapas) que começaram a ser preparados há cerca de 15 anos e que levaram à criação de diversos mapas mundiais relacionados com águas subterrâneas. Já foram produzidos, a partir de 2004, quatro mapas temáticos, incluindo este agora apresentado no WWF, e que são considerados instrumentos essenciais para uma melhor gestão e governança global da água subterrânea (podem ser descarregados em http://www.whymap.org/whymap/EN/Downloads/Global_maps/globalmaps_node_en.html):

- Mapa dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Globo (*Groundwater Resources of the World*), 2004, 2006, 2008.
- Mapa Global dos Aquíferos Transfronteiriços (*Groundwater Resources of the World – Transboundary Aquifer Systems*), 2006.
- Mapa Global das Bacias Hidrográficas e Hidrogeológicas (*River and Groundwater Basins of the World*), 2012.
- Mapa Global da Vulnerabilidade dos Aquíferos a Cheias e Secas (*Groundwater Vulnerability to Floods and Droughts*), 2015.

Encontra-se ainda em discussão o Mapa Global dos Aquíferos Salinos (ainda não publicado) e, no final de Junho de 2015, numa reunião na UNESCO em Paris, discutiu-se a possibilidade de preparação futura de um mapa dos Ecossistemas Dependentes de Águas Subterrâneas.

Estes instrumentos, criados para uma melhor gestão e governança das águas subterrâneas, são o resultado do WHYMAP: Programa implementado por um consórcio constituído pela UNESCO-IHP, BRG, IAH, CGMW, IAEA.

O objetivo global de todas estas atividades, programas e projetos, é tornar realidade a cooperação entre países para o estabelecimento da governança conjunta dos aquíferos transfronteiriços até ao ano 2030 (ISARM⁸).

Em relação à água no Mundo, vale ainda a pena olhar para o recente relatório “Água para um Mundo Sustentável”, um relatório das Nações Unidas para o desenvolvimento da água no Mundo, editado pela UNESCO (WWDR 2015).

6. Referências

- Coe MT, Foley JA 2001. Human and natural impacts on the water resources of the Lake Chad basin. *Papers on Climate and Dynamics, Journal of Geophysics Research, Atmospheres*, Volume 106, Issue D4, 3349-3356.
- IGRAC 2010. Global Groundwater Information System (GGIS). International Groundwater Resources Assessment Centre, Delft, The Netherlands. <http://www.un-igrac.org/publications/104>.

⁸ <http://www.isarm.org/>

- Margat J, Gun Jvd 2013. Groundwater around the World: A Geographic Synopsis. CRC Press, Taylor and Francis Group, 342.
- NG 2015. National Geographic, June/2015.
- ScA 2001. Scientific America.
- WWDR 2015. Water for a Sustainable World. The United Nations World Water Development Report 2015. UNESCO, Paris.
- WHO 2014. World Health Statistics. World Health Organization.